

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2002年 7月30日

出願番号  
Application Number: 特願2002-221628

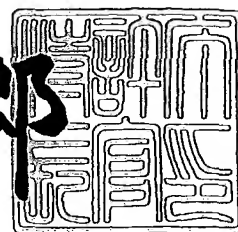
{ST. 10/C}: [JP2002-221628]

出願人  
Applicant(s): 浜松ホトニクス株式会社

2003年 7月 8日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



【書類名】 特許願  
【整理番号】 2001-0455  
【提出日】 平成14年 7月30日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 A61C 19/045  
【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

【氏名】 竹内 恒彦

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

【氏名】 黒野 剛弘

【特許出願人】

【識別番号】 000236436

【氏名又は名称】 浜松ホトニクス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088155

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 咀嚼モニタ装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源と受光センサとを含んで構成された、頬に装着されるためのプローブと、

前記受光センサの受光量から計算される前記頬の血中における酸化型ヘモグロビン濃度、還元型ヘモグロビン濃度及び飽和酸素濃度のうち少なくとも一つの経時変化に基づいて、被測定対象が一連の咀嚼運動を開始してからの咀嚼回数を計数する咀嚼回数計数手段を備えた

ことを特徴とする咀嚼モニタ装置。

【請求項2】 光源と受光センサとを含んで構成された、頬に装着されるためのプローブと、

前記受光センサの受光量から計算される前記頬の血中における酸化型ヘモグロビン濃度、還元型ヘモグロビン濃度及び飽和酸素濃度のうち少なくとも一つの経時変化に基づいて、咀嚼力を計算する咀嚼力計算手段を備えた

ことを特徴とする咀嚼モニタ装置。

【請求項3】 前記咀嚼力計算手段により計算された咀嚼力に基づいて、被測定対象が咀嚼している物の硬さを判断する食物硬度判断手段を更に備えた

ことを特徴とする請求項2記載の咀嚼モニタ装置。

【請求項4】 前記咀嚼力計算手段により計算された咀嚼力に基づいて、被測定対象が咀嚼している物が嚥下可能な状態になったか否かを判断する嚥下可能状態判断手段を更に備えた

ことを特徴とする請求項2記載の咀嚼モニタ装置。

【請求項5】 光源と受光センサとを含んで構成された、頬に装着されるためのプローブと、

前記受光センサの受光量から計算される前記頬の血中における酸化型ヘモグロビン濃度、還元型ヘモグロビン濃度及び飽和酸素濃度のうち少なくとも一つの経時変化に基づいて、被測定対象が一連の咀嚼運動を開始してからの咀嚼運動量を計算する咀嚼運動量計算手段を備えた

ことを特徴とする咀嚼モニタ装置。

【請求項6】 前記咀嚼運動量計算手段により計算された咀嚼運動量に基づいて、被測定対象が咀嚼している物の粘度を判断する食物粘度判断手段を更に備えた

ことを特徴とする請求項5記載の咀嚼モニタ装置。

【請求項7】 光源と受光センサとを含んで構成された、頬に装着されるための二つのプローブと、

一方の前記プローブの受光センサの受光量から計算される前記頬の血中における酸化型ヘモグロビン濃度、還元型ヘモグロビン濃度及び飽和酸素濃度のうち少なくとも一つの経時変化と、他方の前記プローブの受光センサの受光量から計算される前記頬の血中における酸化型ヘモグロビン濃度、還元型ヘモグロビン濃度及び飽和酸素濃度のうち少なくとも一つの経時変化とに基づいて、左右の咀嚼力のバランスを示す指標を計算する咀嚼力バランス計算手段を備えた

ことを特徴とする咀嚼モニタ装置。

【請求項8】 光源と受光センサとを含んで構成された、頬に装着されるためのプローブと、

前記受光センサの受光量から計算される前記頬の血中における酸化型ヘモグロビン濃度、還元型ヘモグロビン濃度及び飽和酸素濃度のうち少なくとも一つの経時変化に基づいて、咀嚼力を計算する咀嚼力計算手段と、

前記受光センサの受光量から計算される前記頬の血中における酸化型ヘモグロビン濃度、還元型ヘモグロビン濃度及び飽和酸素濃度のうち少なくとも一つの経時変化に基づいて、被測定対象が一連の咀嚼運動を開始してからの咀嚼運動量を計算する咀嚼運動量計算手段と、

前記咀嚼力計算手段により計算された咀嚼力と、咀嚼運動量計算手段により計算された咀嚼運動量とを記録する記録手段と、

前記記録手段に記録された過去の咀嚼力と、新たに前記咀嚼力計算手段により計算された咀嚼力との比較及び前記記録手段に記録された過去の咀嚼運動量と、新たに前記咀嚼運動量計算手段により計算された咀嚼運動量との比較から、咀嚼の良否を判断する咀嚼良否判断手段とを備えた

ことを特徴とする咀嚼モニタ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、咀嚼モニタ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

適切な咀嚼の指導、痴呆防止のための咀嚼訓練などを補助するために、被測定者の咀嚼状況を検知して提示する咀嚼モニタ装置の実現が望まれている。従来の咀嚼モニタ装置としては、例えば特開平11-206740に開示されるように咀嚼時の皮膚の動きに応じた装置内の圧力変化から咀嚼回数を測定するもの、特開平11-123185に開示されるように咀嚼時に発生する音から咀嚼回数を測定するもの、あるいは特開2001-178706に開示されるように電極を用いて咀嚼筋の電位から咀嚼回数及び咀嚼力（咬合力とは異なり、上下の歯の間を介して食物を噛み砕いた力又はマウスピースなどの口腔器具を装着して上下の歯を接触させた力であり、1回の筋力発揮が概して0.4秒以下で収束する力と定義される。）を計算するものがある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の咀嚼モニタ装置は、外部要因の影響を受けるので正確な測定結果を得るのが困難であるという問題点があった。

【0004】

本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、正確な測定結果を得るのが容易な咀嚼モニタ装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明の咀嚼モニタ装置は、光源と受光センサとを含んで構成された、頬に装着されるためのプローブと、受光センサの受光量から計算される頬の血中における酸化型ヘモグロビン濃度、還元型ヘモグロビン濃

度及び飽和酸素濃度のうち少なくとも一つの経時変化に基づいて、被測定対象が一連の咀嚼運動を開始してからの咀嚼回数を計数する咀嚼回数計数手段を備えたことを特徴とする。

#### 【0006】

受光センサが散乱光を直接検出するので、散乱光検出過程における外部要因の影響は小さい。そのため、受光センサの受光量（受光センサにより検出される咀嚼筋での散乱光の強さ）から正確な酸化型ヘモグロビン濃度（酸化型ヘモグロビンの血中濃度）、還元型ヘモグロビン濃度（還元型ヘモグロビンの血中濃度）又は飽和酸素濃度（酸化型ヘモグロビンの割合； $HbO_2 / HbO_2 + Hb$ ）の経時変化が計算される。咀嚼回数計数手段が受光センサの受光量から計算される酸化型ヘモグロビン濃度、還元型ヘモグロビン濃度又は飽和酸素濃度の振動回数（経時変化）に基づいて咀嚼回数を計数することにより、容易に正確な咀嚼回数を得ることができる。

#### 【0007】

上記課題を解決するために、本発明の咀嚼モニタ装置は、光源と受光センサとを含んで構成された、頬に装着されるためのプローブと、受光センサの受光量から計算される頬の血中における酸化型ヘモグロビン濃度、還元型ヘモグロビン濃度及び飽和酸素濃度のうち少なくとも一つの経時変化に基づいて、咀嚼力を計算する咀嚼力計算手段を備えたことを特徴とする。

#### 【0008】

本発明は、酸化型ヘモグロビン濃度、還元型ヘモグロビン濃度及び飽和酸素濃度の振幅（経時変化）と咀嚼力との間の相関関係を利用するものである。咀嚼力計算手段が受光センサの受光量から計算される酸化型ヘモグロビン濃度、還元型ヘモグロビン濃度又は飽和酸素濃度の経時変化に基づいて咀嚼力を計算することにより、容易に正確な咀嚼力の経時変化を得ることができる。

#### 【0009】

本発明の咀嚼モニタ装置は、咀嚼力計算手段により計算された咀嚼力に基づいて、被測定対象が咀嚼している物の硬さを判断する食物硬度判断手段を更に備えたことが好適である。

## 【0 0 1 0】

咀嚼力と咀嚼されている食物の硬度との間には相関関係がある。そのため、食物硬度判断手段が、咀嚼力計算手段により計算された咀嚼力に基づいて食物硬度を判断することにより、容易に食物硬度を知ることができる。

## 【0 0 1 1】

本発明の咀嚼モニタ装置は、咀嚼力計算手段により計算された咀嚼力に基づいて、被測定対象が咀嚼している物が嚥下可能な状態になったか否かを判断する嚥下可能状態判断手段を更に備えたことが好適である。

## 【0 0 1 2】

咀嚼力と咀嚼されている食物の硬度との間には相関関係がある。そのため、嚥下可能状態判断手段が、咀嚼力計算手段により計算された咀嚼力に基づいて嚥下可能な状態を判断することにより、食物が十分に柔らかくなったときに嚥下可能な状態になったと判断される。

## 【0 0 1 3】

上記課題を解決するために、本発明の咀嚼モニタ装置は、光源と受光センサとを含んで構成された、頬に装着されるためのプローブと、受光センサの受光量から計算される頬の血中における酸化型ヘモグロビン濃度、還元型ヘモグロビン濃度及び飽和酸素濃度のうち少なくとも一つの経時変化に基づいて、被測定対象が一連の咀嚼運動を開始してからの咀嚼運動量を計算する咀嚼運動量計算手段を備えたことを特徴とする。

## 【0 0 1 4】

咀嚼運動量計算手段が受光センサの受光量から計算される酸化型ヘモグロビン濃度、還元型ヘモグロビン濃度又は飽和酸素濃度の経時変化に基づいて咀嚼運動量を計算することにより、容易に正確な咀嚼運動量を得ることができる。

## 【0 0 1 5】

本発明の咀嚼モニタ装置は、咀嚼運動量計算手段により計算された咀嚼運動量に基づいて、被測定対象が咀嚼している物の粘度を判断する食物粘度判断手段を更に備えたことが好適である。

## 【0 0 1 6】



咀嚼運動量と咀嚼されている食物の粘度との間には相関関係がある。そのため、食物粘度判断手段が、咀嚼運動量計算手段により計算された咀嚼運動量に基づいて食物粘度を判断することにより、容易に食物粘度を知ることができる。

#### 【0017】

上記課題を解決するために、本発明の咀嚼モニタ装置は、光源と受光センサとを含んで構成された、頬に装着されるための二つのプローブと、一方のプローブの受光センサの受光量から計算される頬の血中における酸化型ヘモグロビン濃度、還元型ヘモグロビン濃度及び飽和酸素濃度のうち少なくとも一つの経時変化と、他方のプローブの受光センサの受光量から計算される頬の血中における酸化型ヘモグロビン濃度、還元型ヘモグロビン濃度及び飽和酸素濃度のうち少なくとも一つの経時変化とに基づいて、左右の咀嚼力のバランスを示す指標を計算する咀嚼力バランス計算手段を備えたことを特徴とする。

#### 【0018】

二つのプローブを備え、咀嚼力バランス計算手段が、それぞれのプローブの受光センサの受光量から計算される酸化型ヘモグロビン濃度、還元型ヘモグロビン濃度又は飽和酸素濃度の経時変化に基づいて左右の咀嚼力のバランスを示す指標を計算することにより、容易に正確な左右の咀嚼力バランスを得ることができる。

#### 【0019】

上記課題を解決するために、本発明の咀嚼モニタ装置は、光源と受光センサとを含んで構成された、頬に装着されるためのプローブと、受光センサの受光量から計算される頬の血中における酸化型ヘモグロビン濃度、還元型ヘモグロビン濃度及び飽和酸素濃度のうち少なくとも一つの経時変化に基づいて、咀嚼力を計算する咀嚼力計算手段と、受光センサの受光量のから計算される頬の血中における酸化型ヘモグロビン濃度、還元型ヘモグロビン濃度及び飽和酸素濃度のうち少なくとも一つの経時変化に基づいて、被測定対象が一連の咀嚼運動を開始してから咀嚼運動量を計算する咀嚼運動量計算手段と、咀嚼力計算手段により計算された咀嚼力と、咀嚼運動量計算手段により計算された咀嚼運動量とを記録する記録手段と、記録手段に記録された過去の咀嚼力と、新たに咀嚼力計算手段により計

算された咀嚼力との比較及び記録手段に記録された過去の咀嚼運動量と、新たに咀嚼運動量計算手段により計算された咀嚼運動量との比較から、咀嚼の良否を判断する咀嚼良否判断手段とを備えたことを特徴とする。

#### 【0020】

咀嚼良否判断手段が特定の食物について咀嚼の良否を判断する上で、咀嚼力計算手段により計算された咀嚼力と過去の咀嚼力とを比較し、さらに咀嚼運動量計算手段により計算された咀嚼運動量と過去の咀嚼運動量とを比較するので、容易かつ正確に咀嚼の良否を知ることができる。

#### 【0021】

##### 【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して、本発明の実施形態の咀嚼モニタ装置の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、各図面において同一要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

#### 【0022】

##### (第1実施形態)

まず、本発明の第1実施形態の咀嚼モニタ装置1の機能的構成を説明する。図1は、咀嚼モニタ装置1の機能的構成を示す図である。咀嚼モニタ装置1は、咀嚼筋（咬筋、側頭筋など）の酸化型ヘモグロビン濃度、還元型ヘモグロビン濃度又は飽和酸素濃度を検出するために頬に装着されるプローブ2を備える。図2に示すように、プローブ2は、光を咀嚼筋に照射する光源21と、照射した際に咀嚼筋で散乱する散乱光を検出する受光センサ22と、これらを保持する平板状のホルダー23を備える。ホルダー23は、柔軟なシリコンゴムであり、この表面に数cm離間されて光源21と受光センサ22が設置されるとともに、粘着テープにより皮膚に貼着可能になっている。光源21から照射された光は、特定の波長成分が咀嚼筋の血中に含まれる酸化型ヘモグロビン及び還元型ヘモグロビンに吸収されつつ、咀嚼筋で散乱する。散乱光は受光センサ22により検出され、受光量の信号がケーブル24を介して後述する信号処理部3に送られる。

#### 【0023】

図1に示すように、咀嚼モニタ装置1の本体部分は、機能的構成要素として、

光源 21 を制御するとともに、上記受光量の信号を受け取り所定の計算処理を行う信号処理部 3、信号処理部 3 から引き渡される情報に基づいて一連の咀嚼運動が開始されてからの咀嚼回数を計数する咀嚼回数計数部 41、信号処理部 3 から引き渡される情報に基づいて咀嚼力を計算する咀嚼力計算部 42、信号処理部 3 から引き渡される情報に基づいて一連の咀嚼運動が開始されてからの咀嚼運動量を計算する咀嚼運動量計算部 43、咀嚼力計算部 42 から引き渡される情報に基づいて食物の硬度を判断する食物硬度判断部 44、咀嚼運動量計算部 43 から引き渡される情報に基づいて食物の粘度を判断する食物粘度判断部 45、食物硬度及び食物粘度に基づいて必要咀嚼回数を計算する必要咀嚼回数計算部 46、咀嚼力及び咀嚼運動量について過去の情報と現在の情報とを比較することにより咀嚼の良否を判断する咀嚼良否判断部 47、咀嚼力計算部 42 から引き渡される情報（咀嚼力）に基づいて嚥下可能な状態を判断する嚥下可能状態判断部 48 及び記録部 5 を備える。また、咀嚼モニタ装置 1 は、咀嚼モニタ装置 1 の本体部分各部による測定結果又は判断結果を表示する表示装置 6 を備える。

#### 【0024】

次に、咀嚼回数計数部 41 が咀嚼回数を計算する動作を説明する。図 3 は、例としてピーナッツを 1 分間咀嚼させた場合における信号処理部 3 の出力 S の経時変化（還元型ヘモグロビン濃度の経時変化）を示す図である。本実施形態では、信号処理部 3 は還元型ヘモグロビン濃度と等価の出力をする。信号処理部 3 は、受光センサ 22 の受光量の信号から還元型ヘモグロビン濃度（経時変化）を計算し、さらに還元型ヘモグロビン濃度の経時変化に応じた出力 S（経時変化）を計算する。本発明者は、実験から酸化型ヘモグロビン濃度、還元型ヘモグロビン濃度及び飽和酸素濃度の振幅は咀嚼力と相関関係にあることを見出した。すなわち、出力 S は咀嚼力のレベルを示すことになる。

#### 【0025】

咀嚼運動が開始され、信号処理部 3 の出力レベルが上がると、咀嚼周期に対応した周期変動が見られる。咀嚼運動を中断して破碎された食物を嚥下すると、この咀嚼周期に対応した周期変動は消失する。咀嚼運動を終了すると信号処理部 3 の出力レベルは低下する。咀嚼回数計数部 41 は、この周期変動から一連の咀嚼

運動が開始されてからの咀嚼回数を計算する。咀嚼回数計数部 41 は、周期的に出力 S の移動平均値 Sma を計算する。この周期は、平均的な咀嚼 1 周期分の長さに設定されている。また、咀嚼回数計数部 41 は、平均的な咀嚼 1 周期分の長さよりも短い周期で、出力 S (n) を抽出した上、出力 S (n) から移動平均値 Sma を減じることによって Sd(n) を計算する。すなわち、Sd(n) は次の式 (1) で表される。なお、このように移動平均値 Sma を減じる処理をするのは、咀嚼よりも大きな周期の発揮筋力の変化による影響を排除するためである。

$$Sd(n) = S(n) - Sma \cdots (1)$$

ただし、n は、咀嚼回数計数部 41 が計数を開始してからの出力 S の抽出回数を示す。

#### 【0026】

図 4 は、咀嚼回数計数部 41 が Sd のピークを検出して咀嚼回数をカウントする動作を示すフローチャートである。咀嚼回数計数部 41 は、Sd(n) が Sd(n-1) よりも大きいか判断する (S41)。Sd(n) の方が小さかった場合又は Sd(n) と Sd(n-1) が等しかった場合には、次の抽出回数においても S41 を繰り返す。

#### 【0027】

S41 において Sd(n) の方が大きかった場合には、Sd(n) が Sd(n+1) よりも大きいか判断する (S42)。Sd(n) の方が小さかった場合又は Sd(n) と Sd(n-1) が等しかった場合には、次の抽出回数においても S42 を繰り返す。

#### 【0028】

S42 において Sd(n) の方が大きかった場合には、Sd(n) がピークであると判断して、咀嚼回数をカウントする (S43)。ただし、Sd のピークが前回の Sd のピークと所定の抽出回数分離れていなかった場合には、咀嚼による Sd の周期変動ではないと判断してカウントしないものとする。咀嚼回数計数部 41 は、上記の処理を繰り返すことにより、咀嚼回数を計数する。なお、上記の処理では Sd の周期変動における山のピークを検出したが、谷のピークを検出することにより咀嚼回数をカウントしてもよい。

#### 【0029】

次に、咀嚼力計算部 42 が咀嚼力を計算する動作及び食物硬度判断部 44 が咀

嚼されている食物の硬度を判断する動作を説明する。咀嚼力計算部 42 は、出力 S の振幅から咀嚼力を計算する。具体的には、Sd の山（ピーク）と直前の Sd の谷との差 Sp を計算し、これを移動平均することにより咀嚼力 Smap を計算する。ここで、移動平均を計算するのは、各咀嚼における咀嚼力のばらつきを補正するためである。Sd の山（ピーク）が直前の Sd の谷と所定の抽出回数分離れていなかった場合には、咀嚼による Sd の周期変化ではないと判断して移動平均の計算から除外するものとする。計算される咀嚼力は、強弱の段階に分類することにより表示装置 6 に表示されてもよい。図 12 に、表示装置 6 が、一連の咀嚼運動が開始されてからの咀嚼回数及び咀嚼力を表示する例を示す。このように、出力 S の振幅から咀嚼力を計算することにより、咀嚼力の細かい変化を追うことができる。

#### 【0030】

図 5 は、硬い食物の例としてピーナッツを、柔らかい食物の例としてゼリーを咀嚼しているときの信号処理部 3 の出力 S の経時変化（還元型ヘモグロビン濃度の経時変化）を示す図である。図 5 に示すように、咀嚼されている食物が硬いと出力 S のレベルが高くなるとともに、出力 S の振幅が大きくなる。すなわち、咀嚼されている食物の硬度と咀嚼力との間には相関関係がある。食物硬度判断部 44 は、咀嚼力計算部 42 から引き渡される咀嚼力データと、記録部 5 に格納されている咀嚼力の大きさと食物硬度との相関関係データから、食物硬度を判断する。

#### 【0031】

次に、咀嚼運動量計算部 43 が咀嚼運動量を計算する動作及び食物粘度判断部 45 が咀嚼されている食物の粘度を判断する動作を説明する。咀嚼運動量 [N・s] は、咀嚼筋の発揮筋力のレベルを時間で積分することにより得られる。咀嚼運動量計算部 43 は、一連の咀嚼運動が開始されたとき（出力 S が振幅し始めたとき）からの出力 S のレベルを時間で積分することにより、咀嚼運動量を計算する。

#### 【0032】

図 6 は、粘度の高い食物の例としてガムを、粘度の低い食物の例としてゼリー

を咀嚼しているときの信号処理部 3 の出力 S の経時変化（還元型ヘモグロビン濃度の経時変化）を示す図である。図 6 に示すように、咀嚼されている食物の粘度が高いと咀嚼運動が開始されてからの咀嚼運動量が大きくなる。すなわち、咀嚼運動量と食物粘度との間には相関関係がある。食物粘度判断部 4 5 は、咀嚼運動量計算部 4 3 から引き渡される咀嚼運動量データと、記録部 5 に格納されている一連の咀嚼運動が開始されてからの咀嚼運動量の大きさと食物粘度との相関関係データから、食物粘度を判断する。

#### 【0033】

次に、咀嚼力計算部 4 2、食物硬度判断部 4 4、咀嚼運動量計算部 4 3 及び食物粘度判断部 4 5 の一連の動作に続いて、必要咀嚼回数計算部 4 6 が嚥下するのに必要な咀嚼回数を計算する動作を説明する。図 7 は、咀嚼モニタ装置 1 において、嚥下するのに必要な咀嚼回数が計算される動作の手順を示すフローチャートである。

#### 【0034】

咀嚼力計算部 4 2 が、出力 S の振幅から咀嚼力を計算する（S 7 1）。

#### 【0035】

食物硬度判断部 4 4 が、咀嚼力の強さと食物硬度との相関関係データを参照する（S 7 2）。

#### 【0036】

食物硬度判断部 4 4 が、食物硬度を計算する（S 7 3）。

#### 【0037】

咀嚼運動量計算部 4 3 が、出力 S のレベルを時間で積分することにより咀嚼運動が開始されてからの咀嚼運動量を計算する（S 7 4）。

#### 【0038】

食物粘度判断部 4 5 が、咀嚼運動量の大きさと食物硬度との相関関係データを参照する（S 7 5）。

#### 【0039】

食物粘度判断部 4 5 が、食物粘度を計算する（S 7 6）。

#### 【0040】

必要咀嚼回数計算部 46 が、食物硬度及び食物粘度と必要咀嚼回数との相関関係データを参照して (S77)、当該食物を嚥下するのに必要な咀嚼回数を計算する (S78)。

#### 【0041】

表示装置 6 が、必要咀嚼回数を提示する (S79)。

#### 【0042】

次に、咀嚼良否判断部 47 が咀嚼の良否を判断する動作を説明する。図 8 は、咀嚼良否判断部 47 が咀嚼の良否を判断する動作の手順を示した図である。咀嚼力計算部 42 が出力 S の振幅から咀嚼力 Smap を計算する (S81)。

#### 【0043】

咀嚼良否判断部 47 が、記録部 5 に記録されている過去に同一の食物を咀嚼したときの咀嚼力 Dmap (過去データ) を参照し (S82)、咀嚼力 Smap と咀嚼力 Dmap とを比較する (S83)。咀嚼力 Smap の方が咀嚼力 Dmap よりも小さかった場合、咀嚼良否判断部 47 は咀嚼が不良であると判断する (S88)。

#### 【0044】

咀嚼力 Smap の方が咀嚼力 Dmap よりも大きかった場合又は両者が同じであった場合、咀嚼運動量計算部 43 が咀嚼運動が開始されてから終了するまでの咀嚼運動量 Sm を計算する (S84)。

#### 【0045】

咀嚼良否判断部 47 が、記録部 5 に記録されている過去に同一の食物を咀嚼したときの咀嚼運動量 Dm (過去データ) を参照し (S85)、咀嚼運動量 Sm と咀嚼運動量 Dm とを比較する (S86)。咀嚼運動量 Sm の方が咀嚼運動量 Dm よりも小さかった場合、咀嚼良否判断部 47 は咀嚼が不良であると判断する (S88)。

#### 【0046】

咀嚼運動量 Sm の方が咀嚼運動量 Dm よりも大きかった場合又は両者が同じであった場合、咀嚼良否判断部 47 は咀嚼が良好であると判断する (S87)。上記の処理により、毎日の咀嚼の良否を知ることができるようになる。

#### 【0047】

次に、嚥下可能状態判断部 48 が嚥下可能な状態を判断する動作を説明する。図 9 は、嚥下可能状態判断部 48 が嚥下可能な状態を判断する動作の手順を示すフローチャートである。咀嚼力計算部 42 が出力 S の振幅から咀嚼力 Smap を計算する (S91)。

#### 【0048】

嚥下可能状態判断部 48 が、記録部 5 に格納されている過去に同一の食物を嚥下したときの咀嚼力 Dmap (過去データ) を参照し (S93)、咀嚼力 Smap と咀嚼力 Dmap とを比較する (S94)。咀嚼力 Smap の方が咀嚼力 Dmap よりも大きかった場合、嚥下可能状態判断部 48 は食物が十分に破碎されていないと判断し、S91 の処理に戻る。

#### 【0049】

咀嚼力 Smap の方が咀嚼力 Dmap よりも小さいかった場合又は両者が同じであった場合、嚥下可能状態判断部 48 は食物が十分に破碎され、嚥下可能な状態になったと判断する (S95)。上記のとおり咀嚼力 Smap と咀嚼されている食物の硬さとの間には相関関係があるので、上記の処理により同一の食物を過去に嚥下したときよりも柔らかくなったときに嚥下可能な状態になったと判断される。

#### 【0050】

##### (第 2 実施形態)

まず、本発明の第 2 実施形態の咀嚼モニタ装置 7 の機能的構成を説明する。図 10 は、咀嚼モニタ装置 7 の機能的構成を示す図である。咀嚼モニタ装置 7 は、二つのプローブ 2 (右頬用プローブ 2 及び左頬用プローブ 2) を備える。二つのプローブ 2 は、それぞれ、右頬、左頬に装着され、咀嚼モニタ装置 7 本体部分の右信号処理部 31、左信号処理部 32 とケーブル 24 で接続される。

#### 【0051】

図 10 に示すように、咀嚼モニタ装置 7 の本体部分は、機能的構成要素として、光源 21 を制御するとともに、プローブ 2 から受光量の信号を受け取り所定の計算処理を行う右信号処理部 31 及び左信号処理部 32、右信号処理部 31 及び左信号処理部 32 から引き渡される情報に基づいて一連の咀嚼運動における咀嚼回数を計数する咀嚼回数計数部 41、右信号処理部 31 及び左信号処理部 32 か



ら引き渡される情報に基づいて咀嚼力を計算する咀嚼力計算部 42 及び咀嚼力計算部 32 により計算された左右の咀嚼力に基づいて左右の咀嚼力のバランスを示す指標を計算する咀嚼力バランス計算部 49 を備える。また、咀嚼モニタ装置 7 は、咀嚼モニタ装置 7 の本体部分各部による測定結果又は判断結果を表示する表示装置 6 を備える。

#### 【0052】

次に、咀嚼力バランス計算部 49 が左右の咀嚼力のバランスを示す指標を計算する動作を説明する。右信号処理部 3 は、右頬用プローブ 2 の受光センサ 22 の受光量の信号から還元型ヘモグロビン濃度（経時変化）を計算し、さらに還元型ヘモグロビン濃度の経時変化に応じた出力  $S_r$  を計算する。同様にして、左信号処理部 3 は、左頬用プローブ 2 の受光センサ 22 の受光量の信号に基づいて出力  $S_l$  を計算する。出力  $S_r$  及び出力  $S_l$  は咀嚼回数計数部 41 及び咀嚼力バランス計算部 49 に引き渡される。

#### 【0053】

咀嚼回数計数部 41 は、第 1 実施形態におけると同様の手順で一連の咀嚼運動が開始されてからの咀嚼回数を計数する。

#### 【0054】

二つの咀嚼力計算部 42 が、それぞれ第 1 実施形態におけると同様の手順で左右の咀嚼力を計算する。

#### 【0055】

咀嚼力バランス計算部 49 は、出力  $S_r$  の値から一連の咀嚼運動が開始されたときの出力  $S_r$  の値を減算することにより  $S_{rn}$  を計算する。また、咀嚼力バランス計算部 49 は、出力  $S_l$  の値から一連の咀嚼運動が開始されたときの出力  $S_l$  の値を減算することにより  $S_{ln}$  を計算する。

#### 【0056】

続いて、咀嚼力バランス計算部 49 は、次の式（2）に表される  $B1$  を計算する。 $B1$  は、左右の咀嚼力バランスにおいて右の咀嚼力への偏りを示す指標である。 $B1$  が 0.5 を上回るときは右頬の方を強く使用していることを示し、 $B1$  が 0.5 を下回るときは左頬の方を強く使用していることを示す。

$$B1 = S_{rn} / (S_{rn} + S_{ln}) \cdots (2)$$

**【0057】**

咀嚼回数計数部 41 により計数された咀嚼回数及び咀嚼力バランス計算部 49 により計算された B1 は、表示装置 6 により表示される。図 13 に、表示装置 6 が一連の咀嚼運動が開始されてからの咀嚼回数及び左右の咀嚼力を表示する例を示す。

**【0058】**

図 11 は、ガムを右側で咀嚼したとき、左側で咀嚼したとき及び自由に咀嚼したときの左信号処理部 3 の出力 S1 の経時変化（還元型ヘモグロビン濃度の経時変化）を示す図である。図 11 に示すように、この場合の被測定者は、左側で咀嚼したときに、右側で咀嚼したときに比して左頬での咀嚼力が強くなる。また、自由に咀嚼したときは、右側で咀嚼咀嚼したときの出力レベルに近くなる。これから、被測定者は、自由に咀嚼しているとき、主に右側で咀嚼する癖があることがわかる。このように、片方の信号処理部の出力の経時変化を提示することによっても、被測定者は、自由咀嚼しているときに左右どちら側で噛む癖があるか認識することができる。

**【0059】**

上記実施形態によれば、還元型ヘモグロビン濃度の経時変化に応じて計算される出力 S（経時変化）を利用することにより、容易に正確な咀嚼回数、咀嚼力、咀嚼運動量などを得ることができる。

**【0060】**

また、プローブ 2 は、光源 21 と受光センサ 22 により構成される簡易な装置なので、装着が容易である。表示装置 6 は、プローブ 2 と一体化していてもよい。

**【0061】**

上記実施形態では、信号処理部は還元型ヘモグロビン濃度を検出するが、本発明の咀嚼モニタ装置では酸化型ヘモグロビンの濃度又は飽和酸素濃度 ( $HbO_2 / HbO_2 + Hb$ ) が検出されてもよい。

**【0062】**

図14は、出力Sが酸化型ヘモグロビン濃度と等価であるときの出力Sの経時変化を示す図である。ただし、測定条件は、図3に示される例と同じく、ピーナッツを1分間咀嚼させたものである。この場合も、咀嚼運動に対応した出力Sの周期変動が見られることから、還元型ヘモグロビン濃度の経時変化を利用した上記の実施形態と同様の方法及び装置で咀嚼回数、咀嚼力などを得ることができる。

#### 【0063】

また、図15は、出力Sが飽和酸素濃度と等価であるときの出力Sの経時変化を示す図である。ただし、測定条件は、図3に示される例と同じく、ピーナッツを1分間咀嚼させたものである。この場合も、咀嚼運動に対応した出力Sの周期変動が見られることから、還元型ヘモグロビン濃度の経時変化を利用した上記の実施形態と同様の方法及び装置で咀嚼回数、咀嚼力、咀嚼運動量などを得ることができる。

#### 【0064】

#### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、正確な測定結果を得ることが容易な咀嚼モニタ装置を実現することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

咀嚼モニタ装置1の機能的構成を示す図である。

#### 【図2】

プローブ2の正面図である。

#### 【図3】

信号処理部3の出力Sの経時変化（還元型ヘモグロビン濃度の経時変化）を示す図である。

#### 【図4】

咀嚼回数計数部41がSdのピークを検出して咀嚼回数をカウントする動作を示すフローチャートである。

#### 【図5】

硬い食物と柔らかい食物を咀嚼しているときの信号処理部 3 の出力 S の経時変化（還元型ヘモグロビン濃度の経時変化）を示す図である。

【図 6】

粘度の高い食物と粘度の低い食物を咀嚼しているときの信号処理部 3 の出力 S の経時変化（還元型ヘモグロビン濃度の経時変化）を示す図である。

【図 7】

咀嚼モニタ装置 1 において必要な咀嚼回数が計算される動作の手順を示すフローチャートである。

【図 8】

咀嚼良否判断部 4 7 が咀嚼の良否を判断する動作の手順を示す図である。

【図 9】

嚥下可能状態判断部 4 8 が嚥下可能な状態を判断する動作の手順を示すフローチャートである。

【図 10】

咀嚼モニタ装置 7 の機能的構成を示す図である。

【図 11】

ガムを右側で咀嚼したとき、左側で咀嚼したとき及び自由に咀嚼したときの左信号処理部 3 の出力 S1 の経時変化（還元型ヘモグロビン濃度の経時変化）を示す図である。

【図 12】

表示装置 6 が一連の咀嚼運動が開始されてからの咀嚼回数及び咀嚼力（5 段階評価）を表示する例を示す図である。

【図 13】

表示装置 6 が一連の咀嚼運動が開始されてからの咀嚼回数及び左右の咀嚼力を表示する例を示す図である。

【図 14】

信号処理部 3 の出力 S の経時変化（酸化型ヘモグロビン濃度の経時変化）を示す図である。

【図 15】

信号処理部3の出力Sの経時変化（飽和酸素濃度の経時変化）を示す図である。

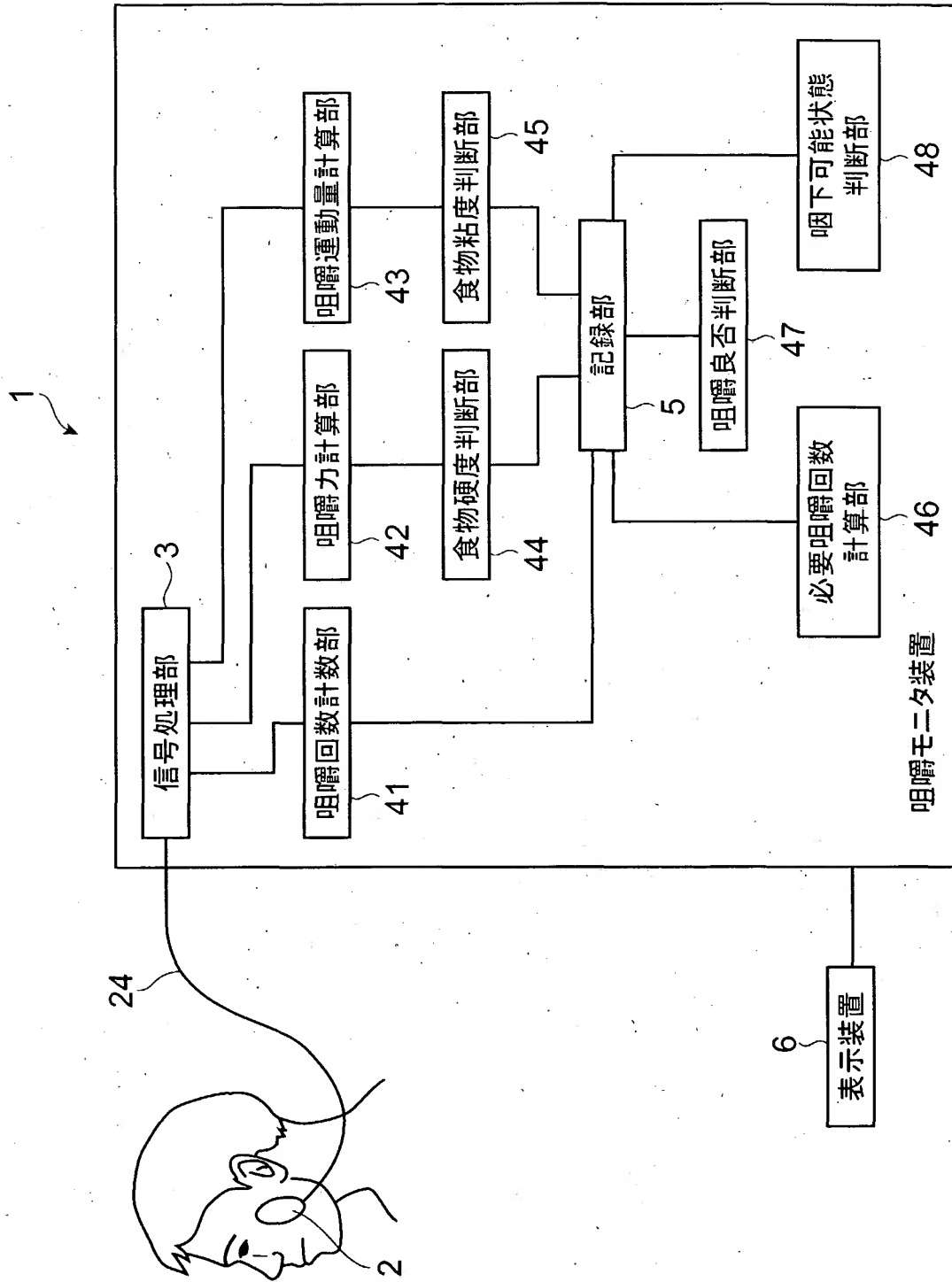
【符号の説明】

1、7…咀嚼モニタ装置、3…信号処理部、31…右信号処理部、32…左信号処理部、41…咀嚼回数計数部、42…咀嚼力計算部、43…咀嚼運動量計算部、44…食物硬度判断部、45…食物粘度判断部、46…必要咀嚼回数計算部、47…咀嚼良否判断部、48…嚥下可能状態判断部、5…記録部、6…表示装置、2…プローブ、21…光源、22…受光センサ、23…ホルダー、24…ケーブル。

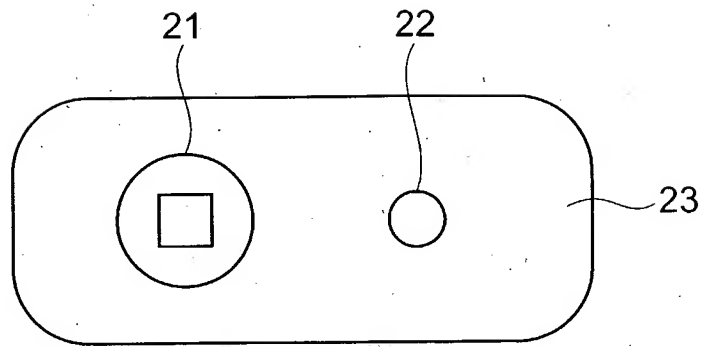
【書類名】

図面

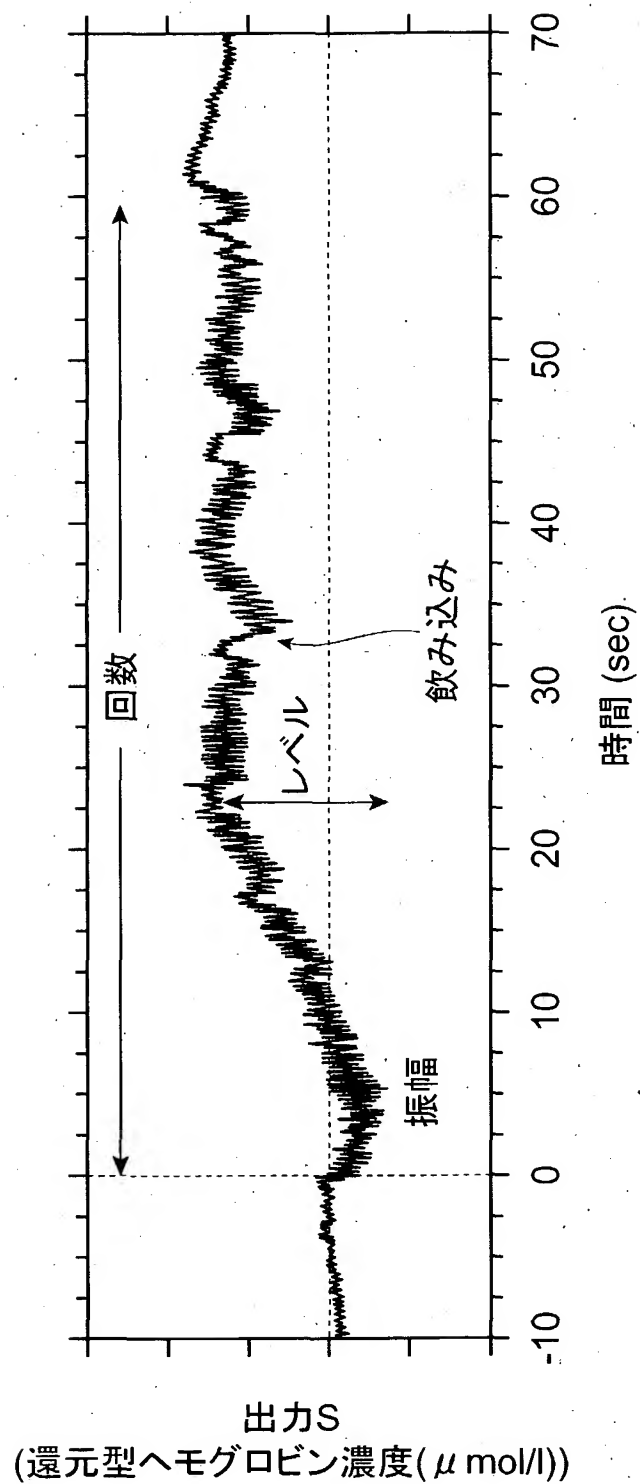
【図1】



【図 2】

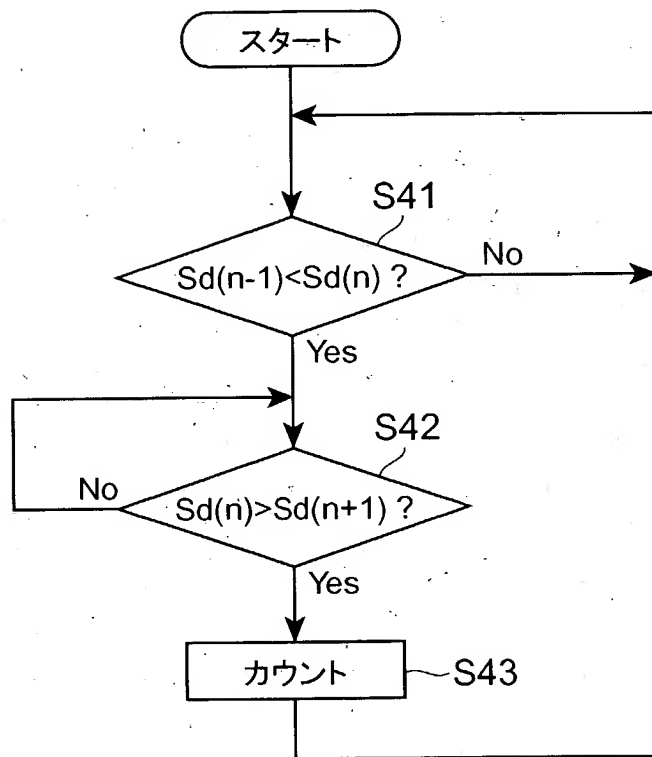


【図3】

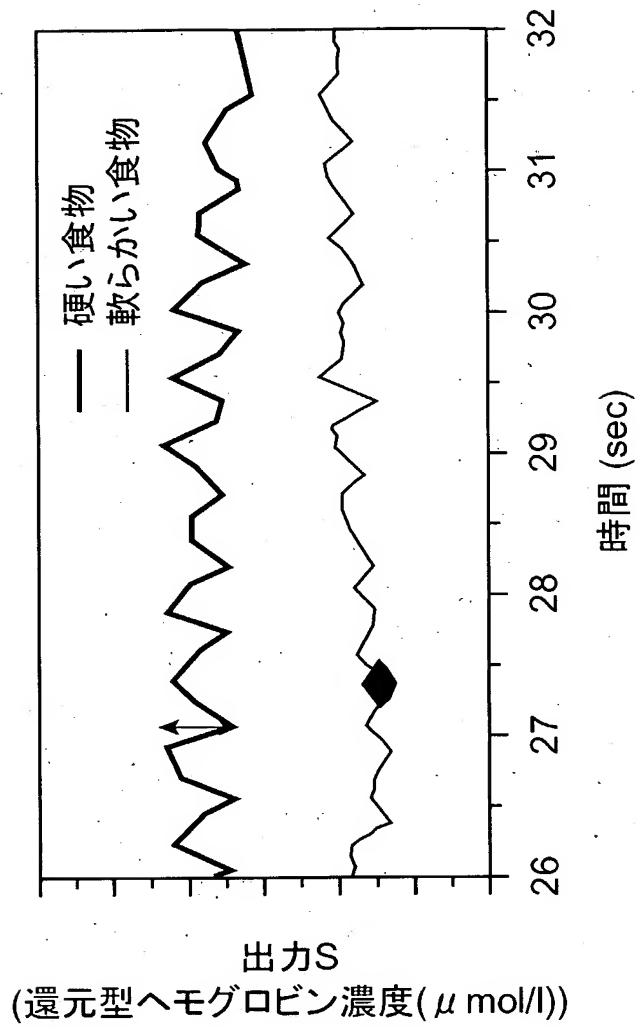




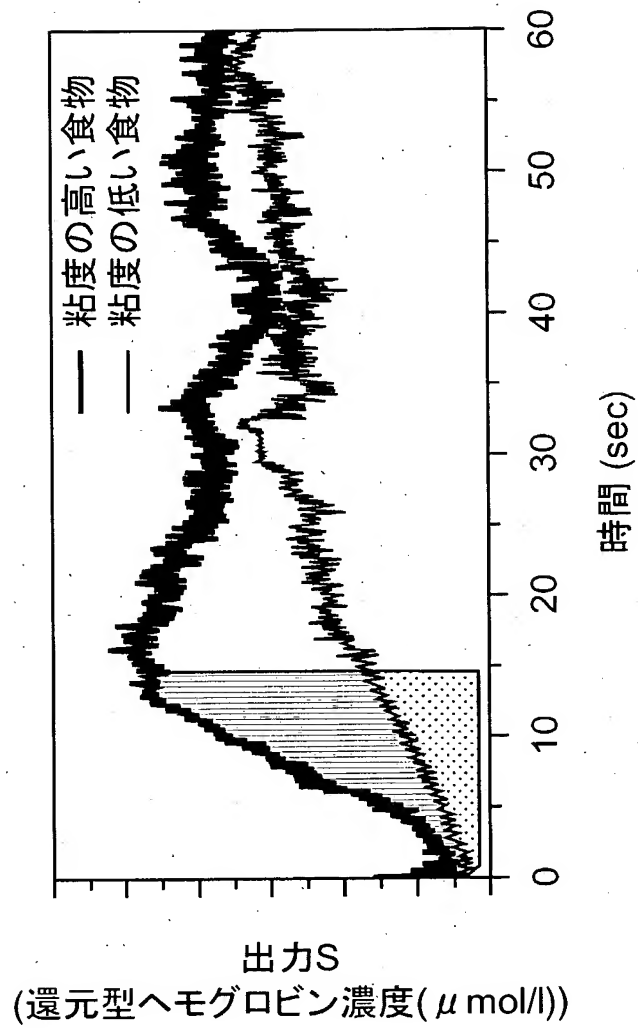
【図 4】



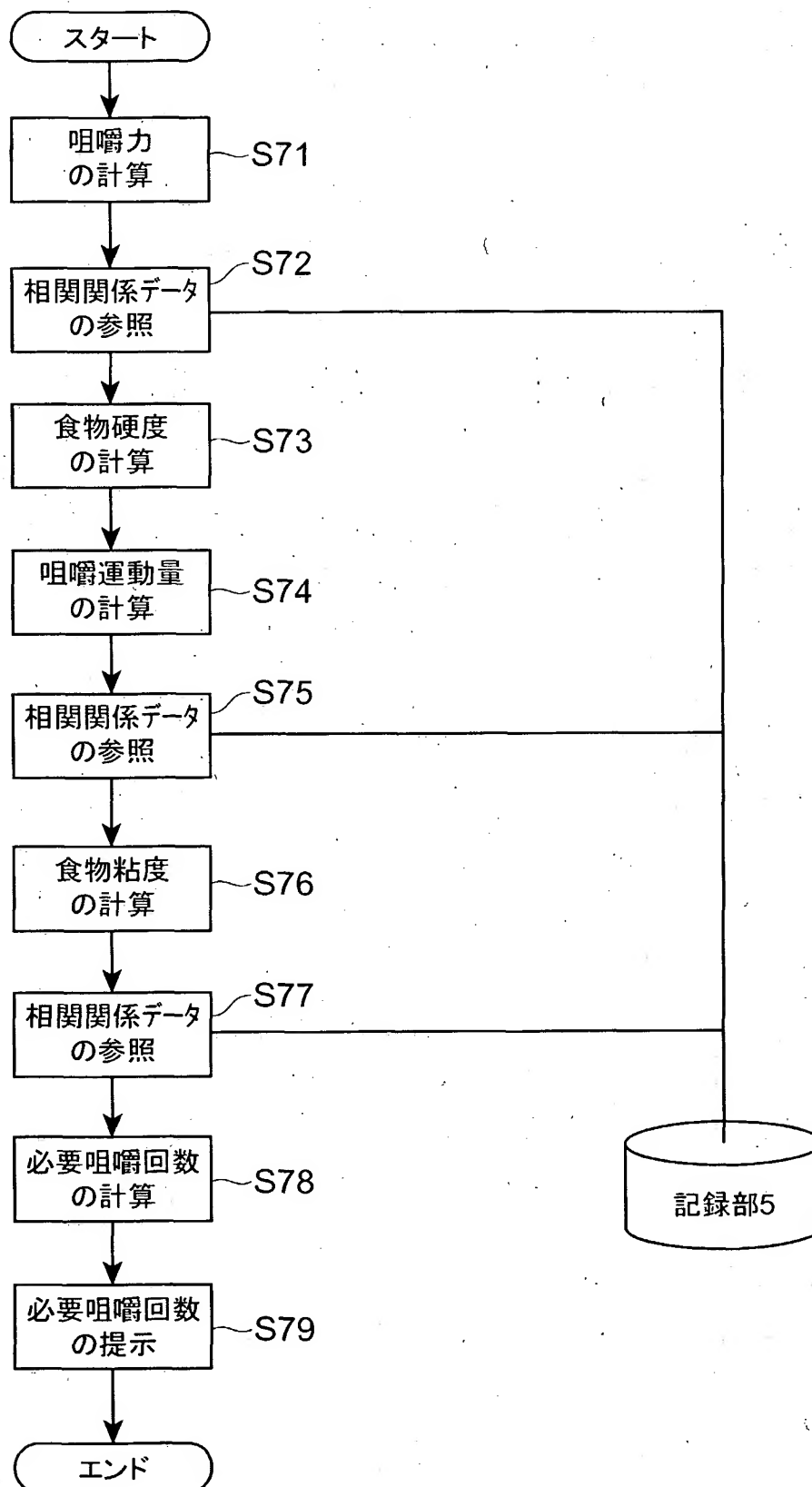
【図5】



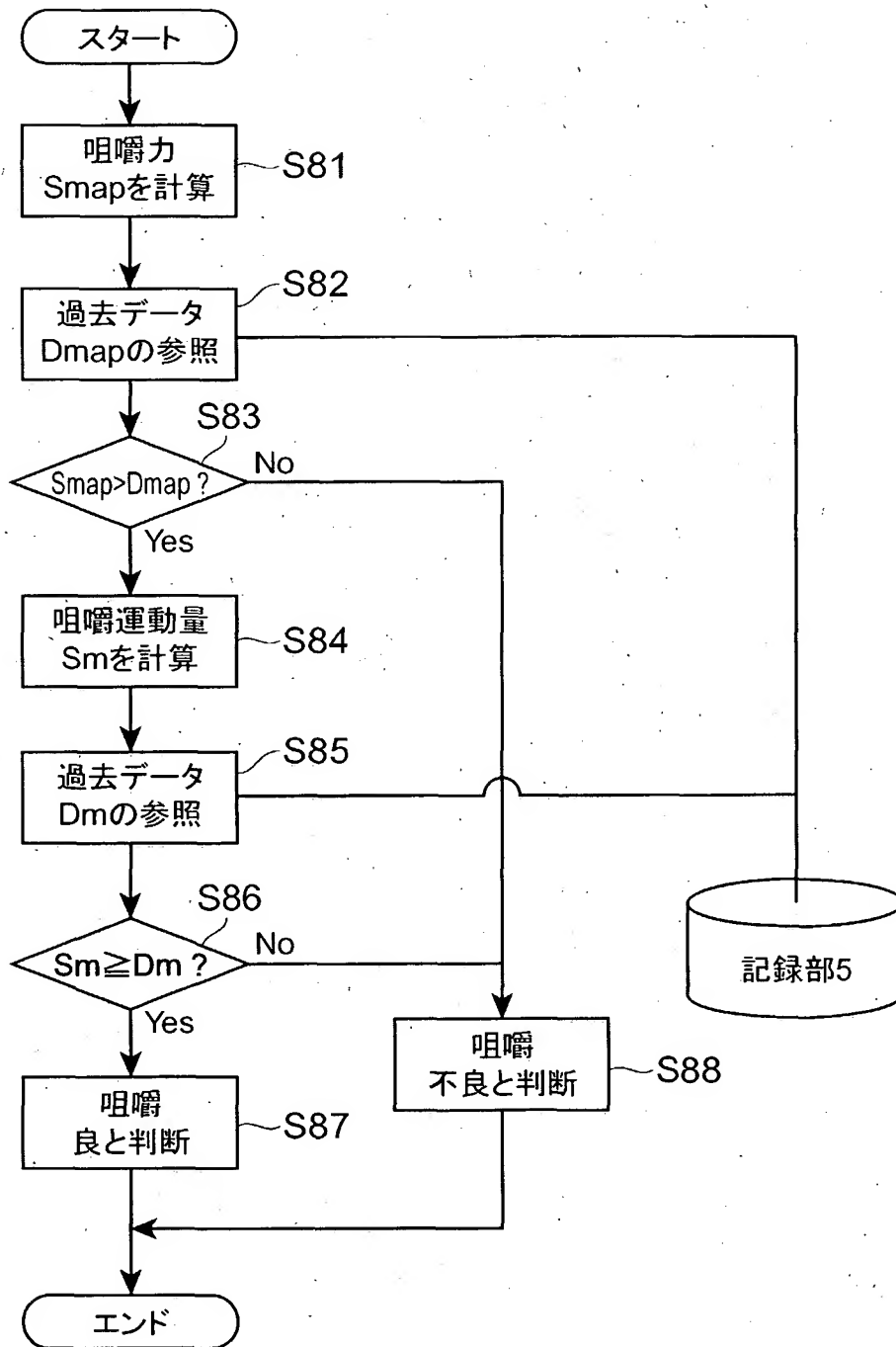
【図6】



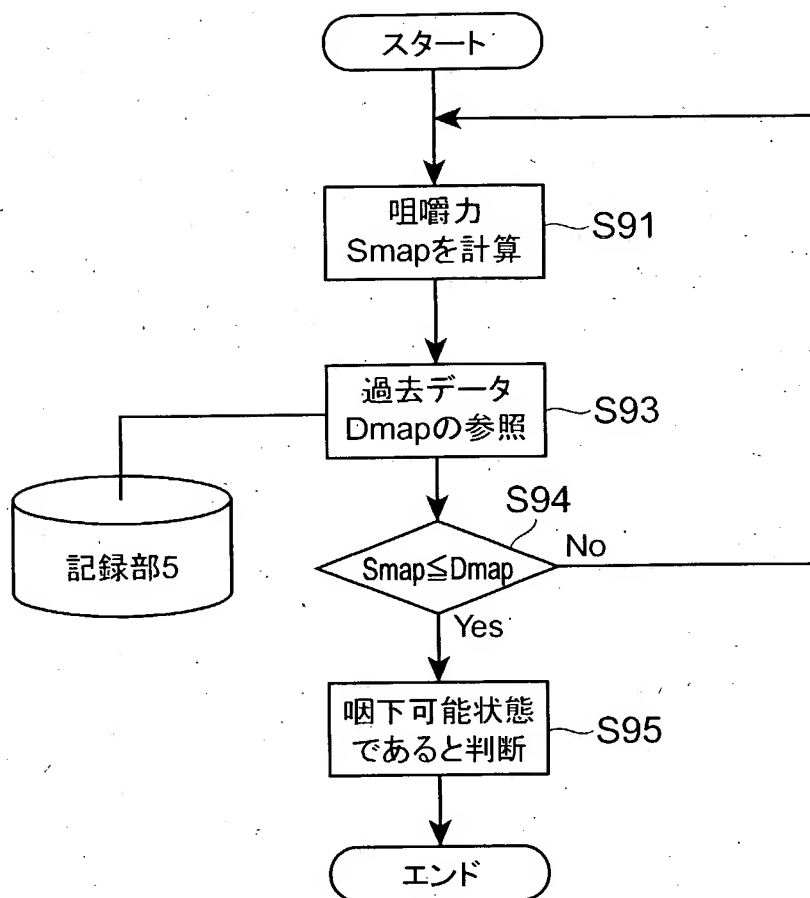
【図 7】



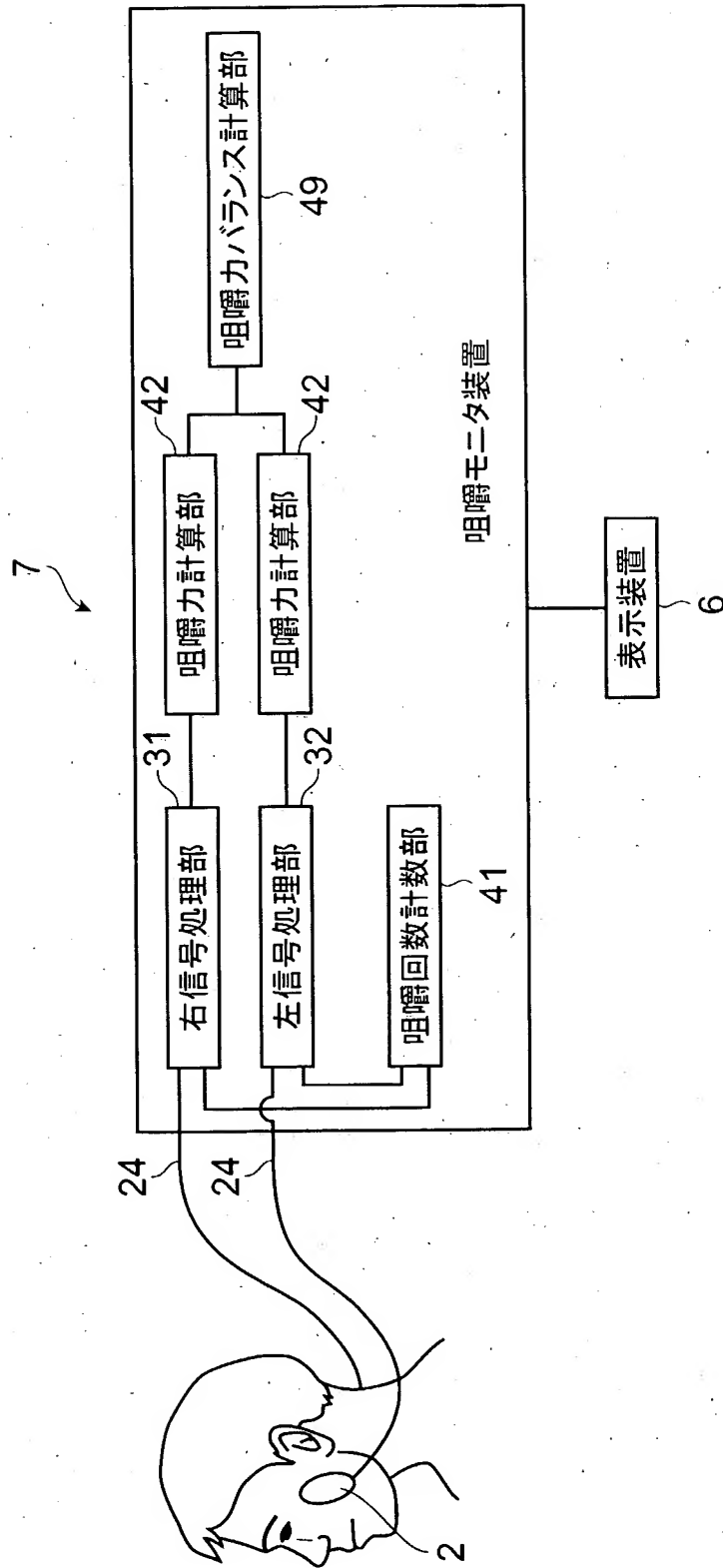
【図 8】



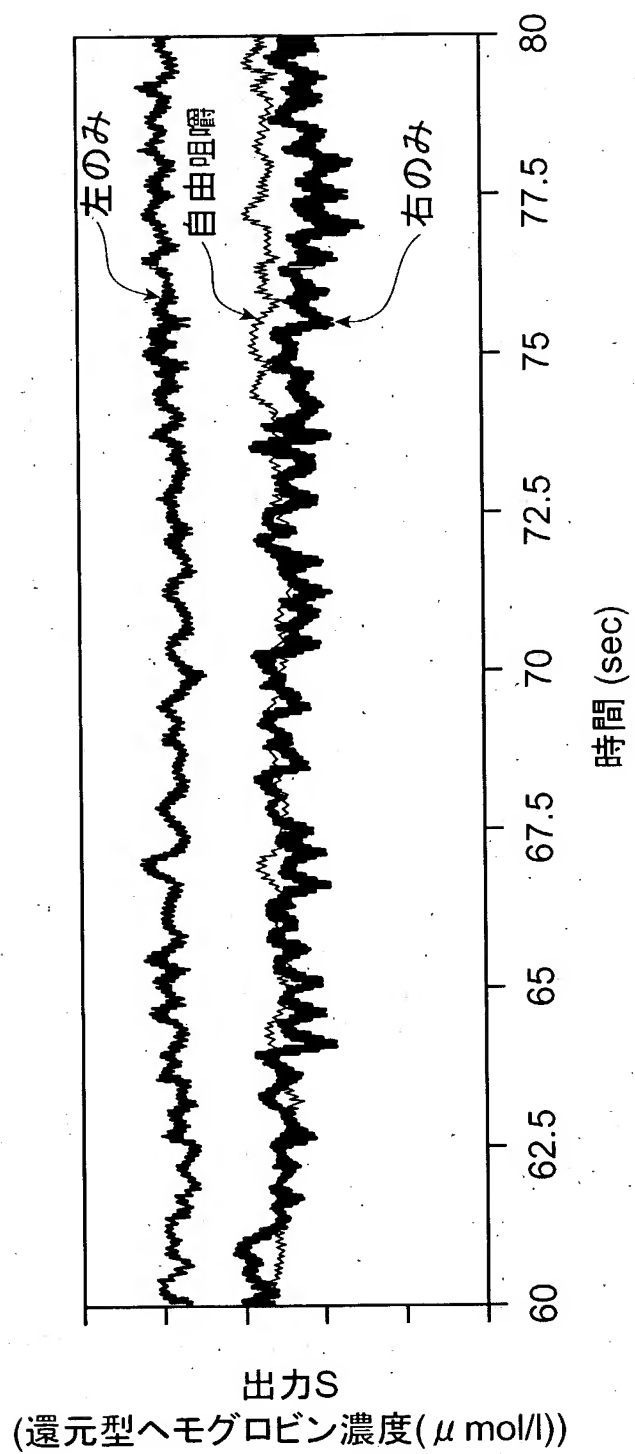
【図 9】



【図10】

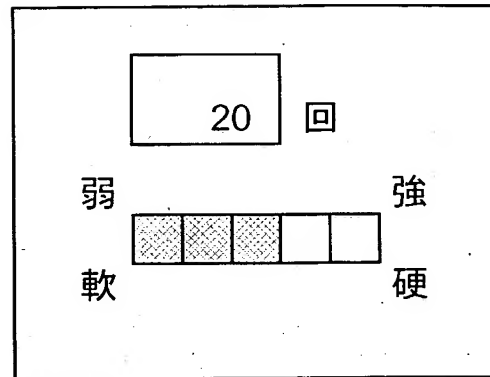


【図11】

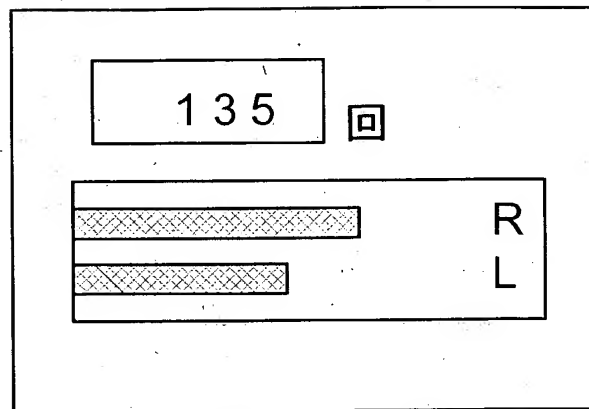




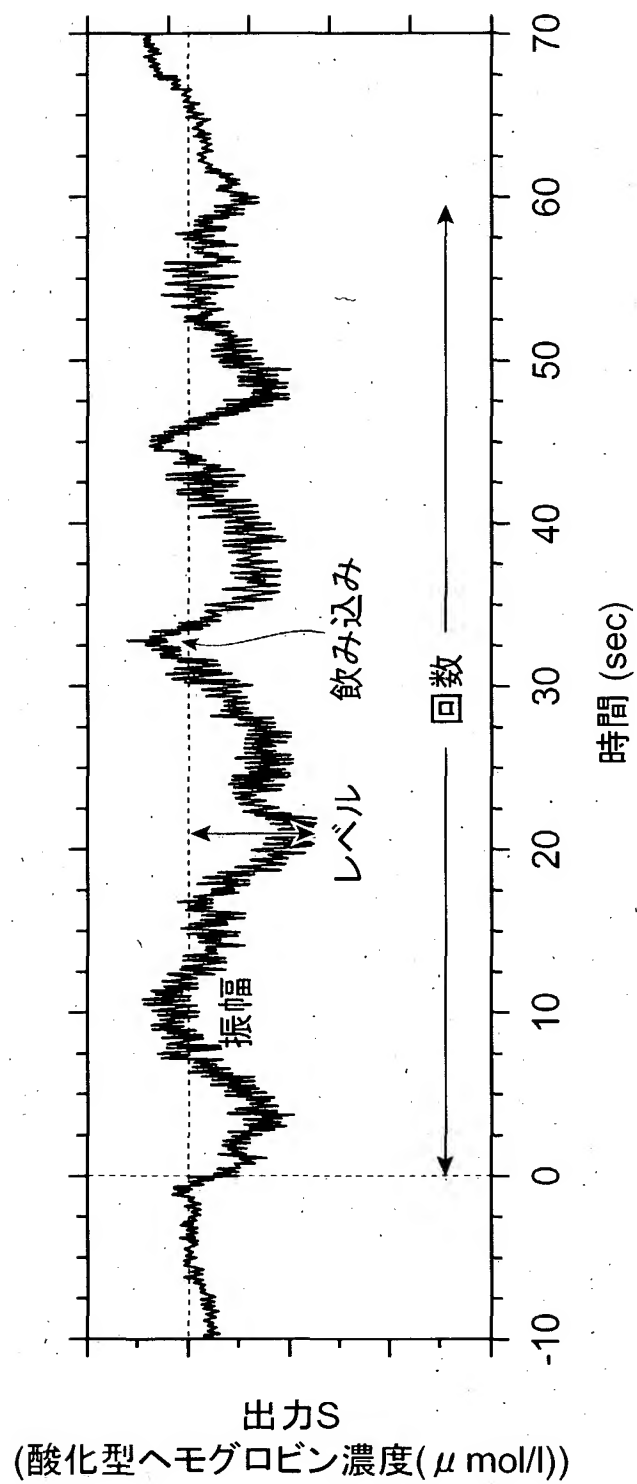
【図 12】



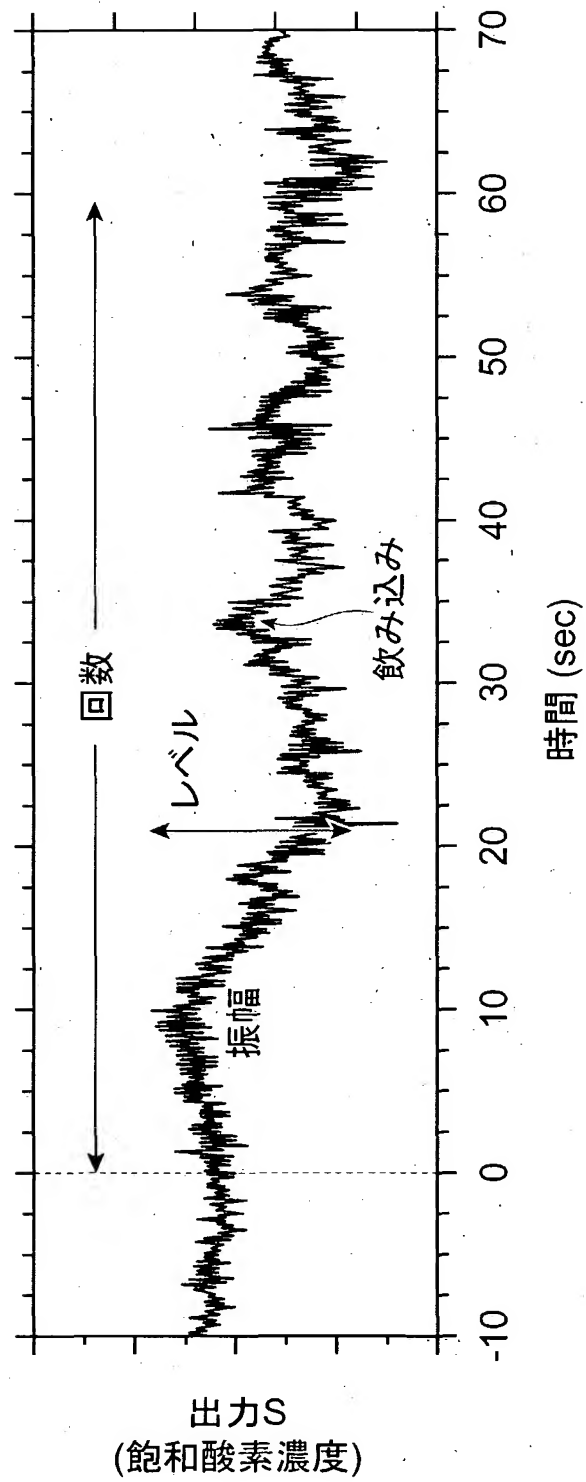
【図13】



【図 1 4】



【図15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 正確な測定結果を得るのが容易な咀嚼モニタ装置を提供する。

【解決手段】 咀嚼モニタ装置 1 は、咀嚼筋の還元型ヘモグロビン濃度を検出するために頬に装着されるプローブ 2 を備える。プローブ 2 の受光センサ 22 が、咀嚼筋での散乱光を検出し、受光量の信号を信号処理部 3 に引き渡す。信号処理部 3 は、受光量の信号から還元型ヘモグロビン濃度（経時変化）を計算し、さらに還元型ヘモグロビン濃度の経時変化に応じた出力  $S$ （経時変化）を計算する。咀嚼回数計数部 41 は、出力  $S$  と出力  $S$  の移動平均値  $S_{ma}$  との差  $S_d$  の周期変化におけるピークを検出して咀嚼回数をカウントする。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 2 1 6 2 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 2 3 6 4 3 6 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1

氏 名

浜松ホトニクス株式会社